



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

“Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso, contenido antocianinas y capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

Br. SANDOVAL QUISPE, LLELY DEL PILAR

ASESORES:

Ing. M.SC. BARRAZA JÁUREGUI, GABRIELA DEL CARMEN

Ing. M.SC. PAGADOR FLORES, SANDRA ELIZABETH

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Procesos Agroindustriales

Trujillo – Perú

2018

PAGINA DEL JURADO

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado por la escuela de Ingeniería Agroindustrial.

La tesis denominada:

“Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso, contenido de antocianinas y capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.”

Presentado por:



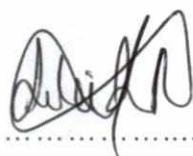
Sandoval Quispe, Lley Del Pilar

Aprobado Por:



Ing. Sandra Elizabeth Pagador Flores

Presidente



Ing. Leslie Cristina Lescano Bocanegra

Secretario



Ing. Gabriela Del Carmen Barraza Jauregui

Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por siempre guiar mi vida, protegerme en cada momento y principalmente por permitirme terminar la carrera.

A mis padres, MARIA Y JUAN por apoyarme incondicionalmente y motivarme a seguir adelante.

A mis hermanos, JAIME, ELVI Y CARLOS por ser hermanos y poder contar siempre con ellos.

AGRADECIMIENTO

Ing.M.Sc. Barraza Jáuregui, Gabriela por su asesoramiento y orientación en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Ing.M.Sc. Pagador Flores, Sandra por su tiempo y por compartir conocimientos para culminar con el desarrollo de este proyecto.

A todos los profesores, puesto que, ofrecieron más que conocimientos durante mi formación académica, brindaron el soporte necesario para llevar a cabo este proyecto.

A mis padres, MARIA y JUAN, por apoyarme incondicionalmente tanto económica como moralmente, y por sus consejos para avanzar y alcanzar mis metas.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Llely del Pilar Sandoval Quispe, con DNI N°45482400, para cumplir con las disposiciones actuales contempladas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Agroindustrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que lo acompaña es verdadero y auténtico.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información presentes en esta tesis son legítimos y veraces.

De modo que, me responsabilizo de cualquier falsedad, encubrimiento u ocultación de los documentos e información provista, por la cual me someto a las disposiciones en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Enero de 2019

Sandoval Quispe, Llely del Pilar

DNI: 45482400

PRESENTACION

Señores Miembros del Jurado dictaminador:

En cumplimiento con las normativas vigentes del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, sometemos a su apreciación y prominente sensatez esta Tesis Titulada:

“Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso, contenido antocianinas y capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum L.*) variedad Biloxi”.

Esta oportunidad es propicia para expresar nuestra noble consideración a nuestra alma Mater y todo su personal docente, quienes con su conocimiento y buena disposición cooperaron con nuestra formación profesional.

Dejo la calificación de este trabajo de investigación a criterio de los miembros del jurado.

Llely del Pilar Sandoval Quispe

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACION	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCION	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Trabajos previos.....	12
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	16
1.4. Formulación al problema.....	21
1.5. Justificación del estudio.....	22
1.6. Hipótesis.....	23
1.7. Objetivos.....	23
II. MÉTODO	24
2.1. Diseño de investigación.....	24
2.2. Variables, operacionalización.....	26
2.3. Población y muestra.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	29
2.5. Métodos de análisis de datos.....	30
2.6. Aspectos Éticos.....	30
III. RESULTADOS	31
IV. DISCUSION	37
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Alimentos que presentan antioxidantes	19
Cuadro 2: Operacionalización de variables	27
Cuadro 3. Test de Levene para pérdida de peso en arándano azul	31
Cuadro 4. Análisis de varianza para pérdida de peso en arándano azul	32
Cuadro 5. Test de Tukey para pérdida de peso en arándano azul	32
Cuadro 6. Test de Levene para contenido de antocianinas en arándano azul.	34
Cuadro 7. Análisis de varianza para contenido de antocianinas en arándano azul	34
Cuadro 8. Test de Tukey para contenido de antocianinas en arándano azul	34
Cuadro 9. Test de Levene para capacidad antioxidante en arándano azul	36
Cuadro 10. Análisis de varianza para capacidad antioxidante en arándano azul	36
Cuadro 11. Test de Tukey para capacidad antioxidante en arándano azul	37
Cuadro 12. Composición de arándano.....	46
Cuadro 13. Resultados de los Análisis Físicoquímicos durante almacenamiento.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental	25
Figura 2. Flujograma para el almacenamiento de arándano azul.....	26
Figura 3. Pérdida de peso en arándano azul	31
Figura 4. Contenido de antocianinas en arándano azul	33
Figura 5. Capacidad de antioxidante en arándano azul	35
Figura 6. Preparación de la extracción de contenido de antocianinas del arándano azul.....	49
Figura 7. Preparación de las muestras para determinar contenido de antocianinas.....	50
Figura 8. Contenido de antocianinas de arándano azul.	50
Figura 9. Lecturas de absorbancias del contenido de antocianinas.	50
Figura 10. Preparación para obtención de la recta de calibración.....	51
Figura 11. Preparación de muestras para la capacidad antioxidante de arándano azul.	52
Figura 12. Capacidad antioxidante de arándano azul.	53
Figura 13. Recepción de arándano azul	53
Figura 14. Pesado de arándano azul	53
Figura 15. Almacenamiento a 1°C	51
Figura 16. Almacenamiento a 1°C	54

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso, contenido de antocianinas y capacidad antioxidante del arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, proveniente de la provincia de Chao, La Libertad. Los arándanos azules fueron envasadas en bandejas de polietileno y almacenadas a dos temperaturas (1 y 7 °C) durante 7, 14 y 21 días. Se cuantificó pérdida de peso y contenido de antocianinas, por metodología de pH diferencial y capacidad antioxidante, medida como IC₅₀. La prueba estadística de Tukey, determinó que la temperatura y tiempo de almacenamiento tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) en relación con la pérdida de peso y contenido de antocianinas de arándano azul; a diferencia de la capacidad antioxidante donde reportó un efecto significativo en el tiempo de almacenamiento y que la mejor conservación es con la temperatura más baja (1°C) y el tiempo de almacenamiento más corto (7 días) obteniendo una pérdida de peso de 4,83, un contenido total de antocianinas de 159,22 mg/100g cianidina-3-glucósido y una capacidad antioxidante de 7.54.

Palabras claves: Arándano, antocianinas, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of temperature and storage time on weight loss, anthocyanin content and antioxidant capacity of the blue bilberry (*Vaccinium corymbosum* L.) variety Biloxi, from the province of Chao, La Libertad. The blueberries were packed in polyethylene trays and stored at two temperatures (1 and 7 ° C) for 7, 14 and 21 days. Weight loss and anthocyanin content were quantified by differential pH methodology and antioxidant capacity, measured as IC50. The statistical test of Tukey, determined that the temperature and time of storage had a significant effect ($p < 0.05$) in relation to the weight loss and anthocyanin content of blueberry; unlike the antioxidant capacity where it reported a significant effect on storage time and that the best preservation is with the lowest temperature (1 ° C) and the shortest storage time (7 days) obtaining a weight loss of 4.83, a total anthocyanin content of 159.22 mg / 100g cyanidin-3-glucoside and an antioxidant capacity of 7.54.

Key words: Blueberry, anthocyanins, antioxidant capacity.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Gracias a la descripción nutricional de las frutas, se ha hallado que incluyen variedad de sustancias, dentro de ellos, los antioxidantes: ácido fenólico, antocianinas, carotenoides, flavonoides, vitamina C y vitamina E, por lo que, las enfermedades crónicas se puedan prevenir incorporando una proporción significativa de nutrientes en la dieta (Charles, 2013).

Según el “Cuestionario de Salud de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, 2013”, realizado entre los meses de agosto a diciembre de 2013, en una submuestra de 370 hogares del país en cada uno de los cuales se entrevistó a una persona de 15 años o más. El consumo promedio de frutas por día en todo el país, en personas mayores de 15 años es de 1.9 porciones por día, mientras que el consumo de verduras es de 1.1. Asimismo, un 8,3% mayor de 15 años consumen por día, cinco raciones de verduras y frutas (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014).

Autores como Medina y Sanchez (2014), afirmaron que una de las razones por las que los arándanos atraen la atención de los consumidores son sus propiedades naturales. A esto se debe agregar "la tendencia cada vez más marcada para el consumo de productos saludables, ricos en antioxidantes, mejoran y prolongan la vida", lo que convierte a los arándanos en una fruta especial, tanto para consumo fresco como procesado.

El arándano azul, entre los alimentos vegetales, ocupa el primer lugar en calidad y cantidad de antioxidantes, por lo que se estima que es un alimento con atributos funcionales. Es una fruta que tiene poca calorías y sodio, fuentes de fibras y pectinas enfatizan un alto contenido de Vitamina C, se consume tanto fresca como

procesada. El arándano se reconoce como fruta y medicina (antioxidante, vesícula protectora, desinfectante urinario), es empleada en la industria de tintura, pastelerías, mermeladas, conservas, yogures, dulces, etc (Gámez, 2002).

Las antocianinas son los pigmentos solubles más importantes, que se encuentran en las frutas, pétalos y hojas. Integra a la familia de flavonoides, tienen capacidad antioxidante. Las antocianinas, atribuyen una coloración azul en frutas como el arándano, están involucradas en la transformación de células humanas, reduciendo la actividad de los radicales libres, vinculados con el envejecimiento, cáncer, afecciones del corazón y Alzheimer (Scheihing, 2005; Coria et al., 2008).

Carhuaricra (2012), apoya la teoría de los beneficios ofrecidos por los arándanos. El investigador postula que los arándanos son productos que tienen altos beneficios para la salud, que incluyen un efecto antibiótico, antioxidante y antiinflamatorio. Por lo tanto, estos frutos azules, donde la antocianina interviene en el metabolismo de las células humanas, disminuye la actividad de radicales libres vinculado al envejecimiento, cáncer, afecciones del corazón y enfermedad de Alzheimer.

1.2. Trabajos previos

Urrutia y Buzeta (2001), señalan que es necesaria la eliminación rápida del calor de las frutas recién cosechadas. El pre-enfriamiento es el primer paso en el buen manejo de la temperatura para evitar el deterioro, con el pre-enfriamiento se reducirá el daño y se garantizará la frescura de la poscosecha y su buena calidad, el crecimiento de microorganismos responsables de la podredumbre, a su vez el pre-enfriado restringe la actividad enzimática y respiratoria y previene la pérdida de agua. Pre-

enfriamiento requiere equipo y cámaras. El pre-enfriamiento se logra comercialmente por diferentes métodos: por aire forzado, enfriado con agua, enfriado por vacío y por contacto con hielo. Menciona que los arándanos en buen estado se pueden almacenar a $0,5 - 0^{\circ} \text{C}$ con una humedad relativa del 90-95% durante aproximadamente 2 a 4 semanas y que de esta manera se evitará la descomposición del producto y se mantendrá la calidad comercial, es importante mantener la temperatura de almacenamiento y transporte, ya que los arándanos se mantienen a temperaturas de 4.5°C o más, los arándanos desarrollan una textura gruesa en la piel, característica que es indeseable.

Price et al. (2017), evaluaron en arándanos, polifenoles totales empleando procedimientos de Folin-Ciocalteu; antocianinas totales utilizando pH diferencial y capacidad antioxidante (IC_{50}) por metodología de Brand-Williams: asimismo, evaluaron pH y $^{\circ}\text{Brix}$, también la velocidad de matización de antocianina a lo largo del tiempo. El pH promedio incrementó para refrigerados un 5.80% y 4.10%, congelados y en $^{\circ}\text{Brix}$ para refrigerados aumentó en 37.10% y congelados en 20.39%. Los polifenoles totales se elevaron (refrigeración: 84.99% y congelación: 61.20%) también en la capacidad antioxidante tuvo un aumento (refrigeración: 56.70% y congelación: 58.60%) mientras que el contenido de antocianinas totales bajó en los dos procesos (refrigeración: 57.10% y congelación: 45.10%).

Kuskoski et al. (2005) determinaron fenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante de pulpa de fruta comercial congelada, aplicando procedimientos espectrofotométricos químicos novedosos para calcular la capacidad antioxidante, estableciendo que la actividad antioxidante de pulpas de los frutos más consumidas en mercadillo sur de Brasil (fresa, acai, piña, mora, mango, uva, maracuyá y guayaba) utilizando procedimiento de ABTS, medición en 1 y 7 minutos, DPPH en 30 y 60 minutos y

DMPD en 10 minutos. Resultados TEAC alcanzados en las pulpas fluctúan entre el mínimo y máximo de 1.99 y 67.19 $\mu\text{mol/g}$ utilizando la prueba ABTS 1.01 y 66.99 $\mu\text{mol/g}$ utilizando DPPH y 4.19 y 46.59 $\mu\text{mol/g}$ empleando DMPD. La capacidad antioxidante adquirida por metodologías de ABTS y DPPH estuvieron relacionados con el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas.

Cervantes (2009), evaluó el potencial nutracéutico de cultivares de arándanos cultivados en Minchoacán, como un primer paso para la selección de materiales con mensajes nutracéuticos sobresalientes e importancia comercial. Determinaron la composición fisicoquímica (Método AOAC), la identificación de compuestos fenólicos por espectrofotometría, HPLC y GC / MS, y la capacidad antioxidante (DPPH y ABTS +), y la actividad antioxidante por medio de un ensayo de cultivo celular. Los resultados mostraron que Sharpblue tenía la mayor concentración de sólidos solubles (14%). Biloxi fue el cultivar más ácido (pH: 2.85), la concentración más alta de fenólico en extracto acuoso (14.22 mg EAG / g fd) y metanólico (25.19 mg EAG / g fd), flavonoides (4.78 mg EQ / g fd) y total antocianinas (12.24 mg EC3G / g fd): Biloxi mostró la mayor capacidad antioxidante por DPPH (17.3 y 27 TEAC $\mu\text{mol} / \text{mg}$ fd, extracto acuoso y metanólico, respectivamente) y ABTS (16.5 y 26.1 TEAC $\mu\text{mol} / \text{mg}$ fd, extracto acuoso y metanólico). En los extractos hidrolizados, la antocianina predominante fue la cianidina, la quercetina principal de los flavonoides. Biloxi fue el material con elevado compuesto fenólico y actividad antioxidante en extractos acuosos y metanólicos. En los extractos de ASE (extracción acelerada por solvente), la antocianina principal fue cianidina-3-O-rutinosida, el flavonoide más abundante fue la quercetina, el ácido ferúlico predominante del ácido fenólico y el estilbeno principal fue la desosirapontigenina. Los extractos de ASE se evaluaron para

determinar la actividad antioxidante mediante al inhibir la generación de radicales libres en las células. HL-60. Sharpblue, Biloxi y Misty mostraron un efecto antioxidante con valores IC_{50} de 0.66, 1.1 y 1.8 mg / mg, respectivamente. En otras palabras, Sparblue fue el mejor. La actividad antioxidante potencial de los arándanos evaluados sugiere que son tan buenos o incluso mejores que otras muestras de otros países.

Zapata et al. (2014), investigaron el predominio de variables en el procedimiento de sustracción sólido-líquido de antocianinas en arándanos. De esta manera, obtuvieron una mezcla de variables que maximizaban su restauración: 1% de etanol acidulado cítrico como disolvente de sustracción, relación muestra/solvente 1:3 Kg/Kg, temperatura $35.9 \pm 1.0^{\circ}C$ y duración de sustracción en 2h.; con la identificación de la síntesis obtenida, se obtuvo que el contenido total de antocianina fue de $878,99 \pm 12,89$ mg de cianina-3-glucósido/100mL, contenido total de fenol fue $1423,90 \pm 66,93$ mg de GAE/100 mL y capacidad antioxidante de $5729,89 \pm 102,94$ y $4871,95 \pm 123,97$ mg EAA/100 mL, calculados por procedimientos respectivos de ABTS y DPPH.

Gaviria et al. (2012), investigaron la variante en fenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante evaluada por técnicas como TEACABTS, TEAC-DPPH, FRAP y ORAC. La fruta mortiño tuvo una parábola de crecimiento. La capacidad antioxidante y contenido total de fenoles mostraron resultados mayores en el día 17 para ORAC (27,12 TEAC/100g FF) y 36 para TEAC-ABTS (17.04 TEAC/100g FF), TEAC-DPPH (5,49 TEAC/100g FF), FRAP (1.29 AEAC/100g FF) y fenoles totales (4,79 mg de ácido gálico/100g FF). Los resultados conclusivos: 6.45, 5.69, 1.76 TEAC/100g FF en relación con ORAC, ABTS, DPPH, 375 AEAC/100g FF en relación con FRAP y 1,37mg de ácido gálico/100g FF. Antocianinas diferieron de 3.98mg eq cianidina-3-

glucósido/100g FF a 272.0mg eq cianidina – 3-glucósido/100g FF terminando su madurez.

Cosavalente et al. (2016), evaluaron la correlación entre las antocianinas y capacidad antioxidante *in vitro* de concentrados a diversos niveles etanólicos en la fruta *Vaccinium corymbosum*, para determinar contenido total de antocianinas, se utilizó procedimiento de pH diferencial, con un espectrofotómetro de lectura a 520 nm y con respecto a la evaluación de solución etanólicos de radicales libres 0.1 mM de la actividad antioxidante (DPPH) se confrontó a cada uno de los extractos con 100 µL. El contenido total de antocianinas (mg/ml) expresada en cianidina-glucósido y actividad antioxidante para extractos de 96 °, 70°, 50° y 30° de alcohol fue de 0.030±0.002 y 47.1%; 0.016±0.001 y 43.5%; 0.013±0.002 y 41.5%; y 0.008±0.001 y 34.7%. Se dedujo que existe una correlación entre ambos parámetros, también se puede deducir que el etanol a 96° es el mejor disolvente para su extracción.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Arándano

El arándano es una fruta que pertenece a la especie *Vaccinium*, natal de América y se considera en el grupo de bayas (Vilches, 2005), tiene alrededor de 400 variedades, el tamaño fluctúa entre 0,68 y 1,49 cm de diámetro, de coloración azul vivo a oscuro, que contiene hasta 100 semillas diminutas en su interior. Su maduración se produce entre diciembre y finales de enero, dura de 4 a 5 semanas (ADEX, 2009). Por el elevado contenido de compuestos polifenólicos, como las antocianinas, flavonoles, antocianidinas y ácido cinámico, estos frutos han atraído el interés de investigadores (Parr, 2008; Kahkonen et al., 2001; Kalt et al., 2001; Prior et al., 1998).

a. Valor nutricional

En el Anexo 1 muestra la composición de la fruta de arándano (Nunes, 2008; Pritts, 1992). Estas bayas son bajas en calorías y muy bajas en grasa y sodio, ricas en fibra dietética y abundan en minerales tales como potasio, manganeso y magnesio; así mismo, fuente de antioxidante natural como los compuestos fenólicos y antocianinas (Nunes, 2008).

b. Variedades

Hay varias variedades de arándano, como el arándano alto del norte, “northern highbush blueberry”, crece en zonas frías con inviernos extensos, ésta variedad obtiene la mejor fruta de calidad en tamaño y sabor (Godoy, 2002; Williamson, 1994).

El arándano alto del sur, “southern highbush blueberry”, de zonas poco frías, consiste en mezclas entre la primera variedad y otras variedades originarias de zonas cálidas. Esta variedad presenta excelente calidad de fruta y maduración temprana (Godoy, 2002; Williamson, 1994).

El arándano de ojo de conejo, “rabbiteye blueberry”, variedad de menos significancia económica. Se adecúa a zonas muy tropicales que arándano alto, mostrando superior ordinariez y permite su siembra en una amplia gama de terrenos (Godoy, 2002; Williamson, 1994).

c. Fisiología

Los vegetales y frutas, son tejidos vivos que están sujetos a modificaciones continuas postcosecha, algunos son deseables y otros no. Estos cambios no pueden ser detenidos, sino

controlados. La existencia de frutas y verduras se separan en etapas fisiológicas esenciales después del florecimiento, la fructificación y la senescencia (Wills et al., 1998).

Defilippi et al. (2001), señalan que los arándanos son sensible a la pérdida de agua, perjudicando la apariencia de la fruta, por lo cual se observa "arrugas". Es fundamental, conservar la fruta a la temperatura y humedad recomendada para reducir la carencia de presión de vapor y deshidratación. Cuando se emplea baja temperatura, los arándanos se almacenan a una humedad relativa alta (95% a 0 ° C), esto ayudará a disminuir la pérdida de líquido en la fruta. Con la aplicación de buenas prácticas de cultivos, enfriamiento rápido y almacenamiento a 0 ° C, los arándanos en ambientes de humedad relativa en medio de 90 y 95% poseen un periodo mínimo de 14 días.

El peso de la fruta varía según el momento de la cosecha a partir de verde a completamente azul, así es como las investigadores informan los datos de las frutas cosechadas, van desde 0.8 g hasta 3.4 g.

Mientras que la maduración de la aplicación de antocianinas derivadas en la fruta generalmente disminuye, el volumen aumenta con el tamaño de la fruta y la temperatura aumenta un cierto nivel del lugar normal de cosecha (Kalt et al., 2003).

La desigualdad en la acción del antioxidante se reconoce principalmente en la maduración de la fruta en la recolección (Conner et al., 2002a,b; Kalt et al., 1996).

d. Propiedades medicinales

El arándano es especialmente rico en vitamina C, más que algunos cítricos, intervienen en el desarrollo de huesos, colágeno, dientes y glóbulos rojos y promueve la asimilación de hierro del alimento y la resistencia a las infecciones. Asimismo, a estas

frutas se caracterizan por su cantidad de pigmentos naturales – antocianinas y carotenoides-actividad antioxidante; considerándose interesante para combatir la diabetes, como los antibióticos, antiinflamatorios, para problemas de la vista y en la prevención de ciertos tipos de cáncer (León, 2012).

1.3.2. Antioxidante

Los antioxidantes se determinan como esencia cuya acción es aplazar la velocidad de oxidación causada por los radicales libres (Elliot, 1999).

Las funciones ejercidas por los antioxidantes se llevan a cabo aumentando la tasa de rotura de los radicales libres, evitar la aportación en la generación de radicales libres de iones de metales de transición (Martínez et al., 2000).

La ingesta de frutas, verduras y disminución de riesgos de enfermedades cardiovasculares y cáncer están considerablemente documentados (Howard et al., 1999); se ha evidenciado en diferentes estudios entre lo que es "Las vitaminas antioxidantes y la amenaza de enfermedad arterial coronaria" realizado por Gaziano (1994).

En el Cuadro 1, nombra los alimentos que contienen los principales antioxidantes.

Cuadro 1. Alimentos que presentan antioxidantes

Antioxidante	Alimento
Compuestos polifenólicos	Manzanas, cebollas, té y vino
Vitamina C	Naranja, limón, guayaba, mango, piña, melón, fresas, arándano, kiwi, brócoli, pimiento, repollo, tomate.
Vitamina E	Aceites vegetales, cereales, choclo, maní, aceitunas, vegetales de hoja verde y frutos secos.
β - caroteno	Zanahorias, espinacas y cabalaza; albaricoque, cerezas, melón y melocotón.
Selenio	En carnes, pescados, mariscos, cereales, huevos, frutas y verduras
Zinc	Carnes y vísceras, pescados, huevos, cereales completos y legumbres.

Fuente: (Halliwell, 1996)

La capacidad antioxidante del género *Vaccinium*, tales son: arándano azul y rojo, ha sido recomendada por el contenido totales de fenol y antocianinas (Beccaro et al., 2006; Cho et al., 2004; Lohachoompol et al., 2008; Çelik et al., 2008; Conner et al., 2002a,b; Kalt et al., 2003).

1.3.3. Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles que simbolizan un grupo tan significativo percibido por la vista del hombre. Las antocianinas son carbohidratos de las antocianidinas (Badui, 2006).

Las antocianinas son matices innatos y son descendientes de los flavonoides. Se distribuyen grandemente en brote, frutas y verduras y es el encargado de los colores vivos como el naranja, el rojo y el azul (Wang et al., 1997).

Las antocianinas se hallan considerablemente en los vegetales y encargadas de la escala de colores que van del rojo al añil. Las antocianinas halladas en partes diversos de las plantas: como hojas, tallos, raíces y frutas. Las antocianinas tienen diversas

misiones, una de ellas es la captación de polinizadores para el siguiente esparcimiento de semillas y seguridad de la planta contra efectos de radiación UV, contaminación viral y microbiana (Astrid, 2008).

Se han reportado aproximadamente 635 antocianinas diversas, con estructuras de bases variables, aunque la peonidina, pelargonidina, cianidina, malvidina, petudinina y delphinidina se encuentran generalmente en las plantas superiores. La pelargonidina contiene dos permutantes de hidrógeno y encargada de la coloración rojiza. Delphinidina contiene dos permutantes hidroxilo y encargada del color azul. Cianidina contiene permutantes de hidroxilo y un hidrógeno, coloración magenta. (Estevez et al., 2009).

Las antocianinas presentes en arándanos se encuentran en la cáscara y pulpa, encargadas de dar coloración azul oscuro a dicha fruta. En este sentido, Mainland y Tucker (2002) determinaron fenoles totales y antocianinas siendo superior en la cáscara de arándanos, pueden ser 4 veces superior la capacidad de estas en toda la fruta.

Bomser et al. (1996) documentaron en el estudio "Actividad anticancerosa *in vitro* adquiridos de extractos de frutas de *Vaccinium Species*", el cual los flavonoides y proantocianidinas actúan como reductores de las tasas de mortalidad por cardiopatía coronaria, gracias a lo cual pueden reforzar los capilares de las paredes, lo que garantiza una circulación sanguínea normal.

1.4. Formulación al problema

¿Cuál será el efecto de la temperatura (1 y 7 °C) y tiempo de almacenamiento (7, 14 y 21 días) en la pérdida de peso, contenido de antocianinas y capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi?

1.5. Justificación del estudio

Los arándanos se comercializan en diferentes modalidades, especialmente como frutos frescos y congelados (Lohachoompol et al., 2004). Las tecnologías de conservación basadas en técnicas de frío, como la refrigeración y la congelación, se emplean para reducir el daño de la postcosecha en frutas y verduras frescas alargando el período de vida útil (García et al., 2014).

La calidad de la fruta requiere mucha dirección en la cosecha y las temperaturas a las que se almacena. Se ha demostrado que el daño mecánico y temperaturas elevadas aumentan el deterioro de las frutas de arándano, lo que lleva a la pérdida de peso y firmeza (Sanford et al., 1991; NeSmith et al., 2002).

Trabajos reportados por Kalt et al. (1999) y Kähkönen et al. (1999), indicaron que el incremento de antocianinas en el arándano, ocurre a temperaturas entre 20° - 28°C. A temperaturas de cerca de 38°C, se evidencia alta concentración de antocianinas en la cáscara; alterando así la firmeza de la fruta (Ballinger et al., 1973).

Debido a lo expuesto, este proyecto pretendió investigar la temperatura y tiempo de almacenamiento adecuados para la conservación del arándanos azul, ya que su consumo ayuda a disminuir el riesgo de afecciones cardiovasculares, inhibir el desarrollo de las células cancerígenas y previene enfermedades como Alzheimer (Heinonen et al., 2008).

1.6. Hipótesis

La temperatura de 1°C y 24 días de almacenamiento permitirá mantener el peso, antocianinas y capacidad antioxidante del arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.).

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Evaluar si existe efecto de la temperatura (1°C y 7°C) y el tiempo de almacenamiento (7, 14 y 21 días) en la pérdida de peso, contenido de antocianinas y capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.

1.7.2. Objetivos Específicos

Determinar el contenido de antocianinas de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.

Determinar la capacidad antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.

Determinar la temperatura y tiempo de almacenamiento que permita mantener el peso, contenido de antocianinas y capacidad

antioxidante de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.)
variedad Biloxi.

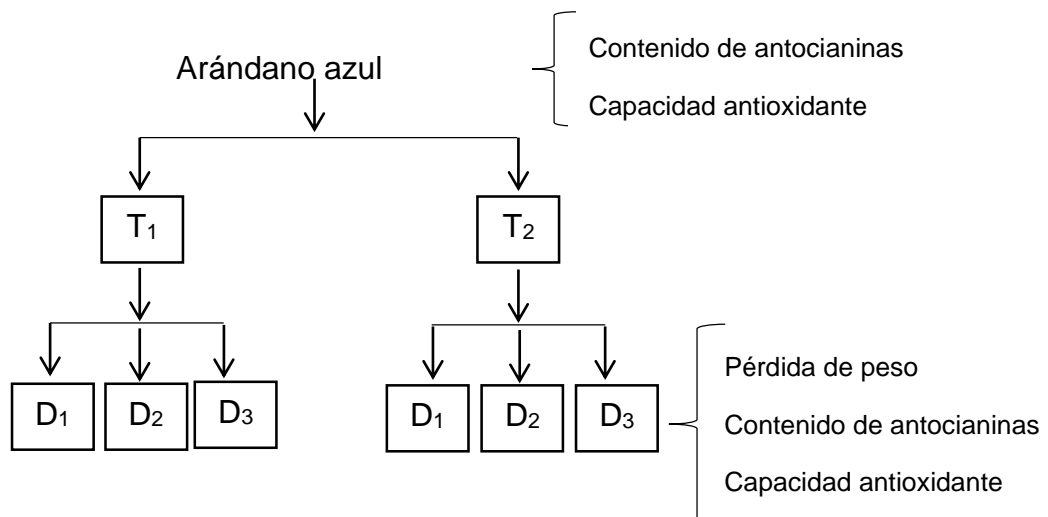
II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental.

2.1.1. Esquema experimental

En la Figura 1, se presentó el esquema experimental que se realizó en esta investigación para la evaluación de pérdida de peso, contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en arándano azul.



Dónde:

T: Temperatura almacenamiento

T1: 1°C.

T2: 7°C.

D: Tiempo de almacenamiento

D1: 7 días.

D2: 14 días

D3: 21 días

Figura 1. Esquema experimental que se realizó para investigación

2.1.2. Flujograma para el almacenamiento de arándano azul

En la Figura 2, se presentó el flujograma para el almacenamiento de arándano azul.

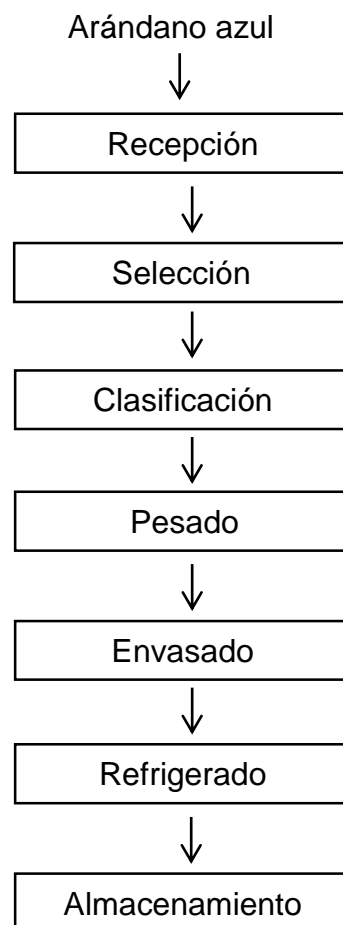


Figura 2. Flujograma para el almacenamiento de arándano azul.

2.1.2.1. Descripción de proceso (Anexo 5)

Recepción. Los arándanos fueron comprados en la provincia de Chao, La Libertad.

Selección. Los arándanos fueron seleccionados eliminando aquellos que estaban en mal estado (exceso de madurez).

Clasificación. Los arándanos se clasificaron por tamaño (1.05 ± 0.3 cm) y color azul uniforme.

Pesado. Los arándanos se pesaron en una bandeja de polietileno (previamente lavado y desinfectado) pesando aproximadamente 150 g por tratamiento para evaluar la pérdida de peso.

Envasado. Los arándanos se envasaron en bandejas de polietileno con orificios en la tapa para su respiración previa a las temperaturas indicadas en el esquema experimental.

Refrigerado. Los arándanos envasados se colocaron las temperaturas de 1° C y 7° C.

Almacenamiento. Los arándanos almacenados fueron evaluados a los 7, 14 y 21 días.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Identificación de variables

a. Variables independientes

Pérdida de peso, contenido de antocianinas y capacidad antioxidante.

b. Variables dependientes

Temperatura. 1 y 7°C

Tiempo de almacenamiento. 7, 14 y 21 días.

2.2.2. Operacionalización de variables

En el Cuadro 2 se observa la operacionalización de variables.

Cuadro 2: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala
------------------	------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------

	Pérdida de peso	Disminución de la masa de alimentos comestibles. (FAO, 2011)	Se utilizó una balanza con sensibilidad de 0,01 g. Para este propósito, pese inicialmente la fruta y registre la diferencia de peso entre los días de la prueba.	$\% = (\text{Cantidad de Pérdida de Peso} / \text{Cantidad Peso Inicial}) * 100$	Razón
	Contenido de antocianinas	Las antocianinas se hallan considerablemente en los vegetales y son encargadas de la escala de colores que van del rojo al azul.	El contenido de antocianinas se determinó por pH diferencial (Kuskoski et al., 2005).	Total de antocianinas= AxP $MxFDx10\}/$ (ϵ)	
Es una medida referida a los fundamentos comunes de calor o frío que se puede medir con un termómetro (Yunus, 2009)	Se utilizó un termómetro. Para tal fin, se medirá la temperatura al inicio de día y término entre los días de ensayo.	°C	Intervalo	a capacidad idante se evaluó :rofotométricam (Método DPPH Brand-Williams et al., 1995)	DPPH= $[(\text{Absi}-\text{Absf})/\text{Absi}] x 100$
Retención de un alimento para su conservación de sus propiedades organolépticas, nutricionales y sanitarias mediante método de refrigeración o congelación (Umaña, 2001)	Se determinó por medio de conteo de días para el desarrollo de los días del ensayo.	Días de almacenamiento.			
Dependientes	Temperatura	Es una medida referida a los fundamentos comunes de calor o frío que se puede medir con un termómetro (Yunus, 2009)	Se utilizó un termómetro. Para tal fin, se medirá la temperatura al inicio de día y término entre los días de ensayo.	°C	Intervalo
	Tiempo de Almacenamiento	Retención de un alimento para su conservación de sus propiedades organolépticas, nutricionales y sanitarias mediante método de refrigeración o congelación (Umaña, 2001)	Se determinó por medio de conteo de días para el desarrollo de los días del ensayo.	Días de almacenamiento.	

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Arándanos que se producen en la Región de La Libertad.

2.3.2. Muestra

Se utilizó 4 Kg de arándanos azules procedentes de la provincia de Chao.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

a. Pérdida de peso (PP)

Se utilizó una balanza de 0.01g. Para este propósito, pese la fruta envasada en una bandeja de polietileno y registre la diferencia de peso entre los días de la prueba.

b. Determinación de antocianinas totales por pH diferencial (Kuskoski et al., 2005) (Anexo 3).

c. Determinación de la capacidad antioxidante (Anexo 4).

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Tabla para la recolección de datos para pérdida de peso durante el almacenamiento de 21 días.

Tabla para la recolección de datos para contenido de antocianinas durante almacenamiento de 21 días.

Tabla para la recolección de datos para capacidad antioxidante durante almacenamiento de 21 días.

2.5. Métodos de análisis de datos

El método estadístico aplicó un diseño con dos factores (temperatura y tiempo), 3 repeticiones. Para las variables paramétricas: pérdida de peso, antocianinas y capacidad antioxidante, en arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi. El test de Levene modificada se utilizó para diagnosticar la similitud de las varianzas, luego se efectuó un análisis de varianza (ANVA) y posteriormente, cuando hubo desigualdad relevante ($p < 0.05$), se empleó test de Tukey, que contrastó los resultados a través de organización de subgrupos y el mejor tratamiento se estableció de esta forma. Se utilizó el software Minitab 18.0 para procesar los datos.

2.6. Aspectos Éticos

Los resultados adquiridos en esta investigación, garantiza plenamente la confiabilidad y sinceridad de cada panelista, puesto que, fueron respetadas su veredicto.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de pérdida de peso en arándano azul

En la figura 3, la pérdida de peso al pasar los días de almacenaje tendió a aumentar siendo evidente a 7 °C, los valores fueron de 0 a 15.48%.

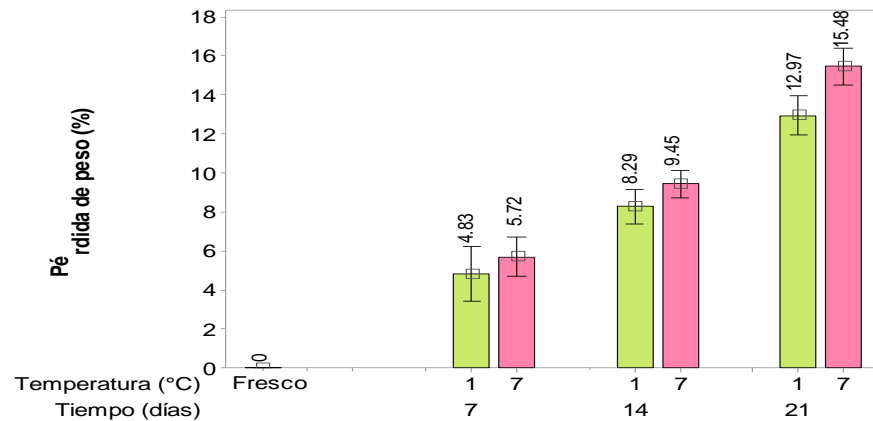


Figura 3. Pérdida de peso en arándano azul

En el Cuadro 3, muestra el test de Levene, los valores de arándano azul con respecto a la pérdida de peso, hallando similitud de varianza ($p > 0.05$), por lo cual se hizo un análisis de varianza y luego el test de Tukey con el objetivo de decidir el mejor proceso.

Cuadro 3. Test de Levene para pérdida de peso en arándano azul

Estadística de Levene	p
0.370	0.884

En el cuadro 4, el análisis de varianza evidencia que el tiempo tuvo un efecto relevante ($p < 0.05$) con respecto a la pérdida de peso en arándano azul.

Cuadro 4. Análisis de varianza para pérdida de peso en arándano azul

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Temperatura: A	1	10,459	10,459	3,37	0,091
Tiempo: B	2	243,507	121,753	39,24	0
A*B	2	2,284	1,142	0,37	0,7
Error	12	37,237	3,103		
Total	17	293,487			

En el Cuadro 5, en el test de Tukey indica que a 21 días de almacenaje, la pérdida de peso no presentó diferencias para ambas temperaturas (estadísticamente iguales al presentar la misma letra) siendo de 12.97 y 15.49% para 1 y 7 °C, respectivamente.

Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Pérdida de	Agrupación
---------------	------------------	------------	------------

Cuadro 5. Test de Tukey para pérdida de peso en arándano azul

		peso (%)	
21	7	15.49	A
21	1	12.97	A B
14	7	9.45	B C
14	1	8.29	C D
7	7	5.72	C D
7	1	4.83	D
0	0	0.00	E

3.2. Análisis de contenido de antocianinas en arándano azul

En la Figura 4, el contenido de antocianinas al transcurrir los días de almacenamiento, tendió a disminuir siendo más notable a 7 °C, los valores se encontraron en el rango de 161.10 a 120.59 mg/100 g.

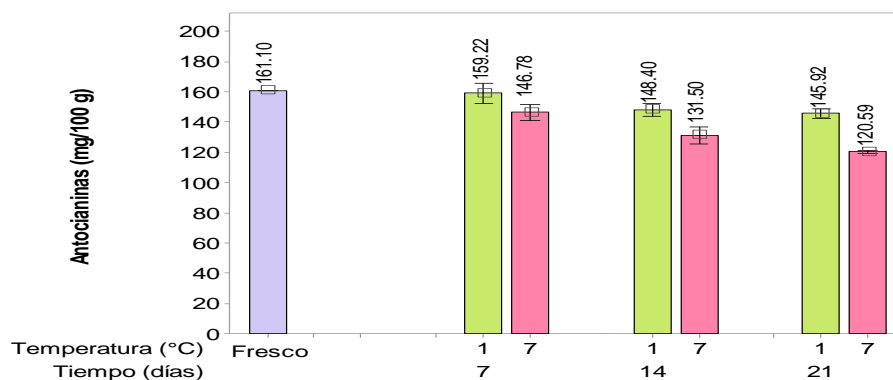


Figura 4. Contenido de antocianinas en arándano azul

En el cuadro 6, el test de Levene para los valores de antocianinas en arándano azul, encontró similitud de varianza ($p > 0.05$), para lo cual se hizo un análisis de varianza y luego el test de Tukey con el objetivo de decidir el mejor proceso.

Cuadro 6. Test de Levene para contenido de antocianinas en arándano azul.

Estadística de Levene	p
0.950	0.490

En el cuadro 7, el análisis de varianza evidencia que la temperatura y tiempo tuvieron un efecto relevante ($p < 0.05$) con respecto al contenido de antocianinas en arándano azul.

Cuadro 7. Análisis de varianza para contenido de antocianinas en arándano azul

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Temperatura: A	1	1.493.900	1.493.910	23.060	0.000
Tiempo: B	2	1.210.200	605.100	9.340	0.004
A*B	2	128.500	64.250	0.990	0.399
Error	12	777.500	64.790		
Total	17	3.610.100			

En el cuadro 8, en el test de Tukey indica que a 21 días de almacenaje, el mayor (145.92 mg/100 g) contenido de antocianinas fue para la temperatura de 1 °C.

Cuadro 8. Test de Tukey para contenido de antocianinas en arándano azul

Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Antocianinas (mg/100 g)	Agrupación
----------------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------

0	0	161.10	A	
7	1	159.22	A	
14	1	148.40	A	B
7	7	146.78	A	B
21	1	145.92	A	B
14	7	131.50		B C
21	7	120.59		C

3.3. Análisis de Capacidad antioxidante en arándano azul

En la figura 5, la capacidad antioxidante al pasar los días de almacenaje tendió a disminuir siendo más notable a 1 °C, los valores fueron de 7.90 a 8.91 IC₅₀.

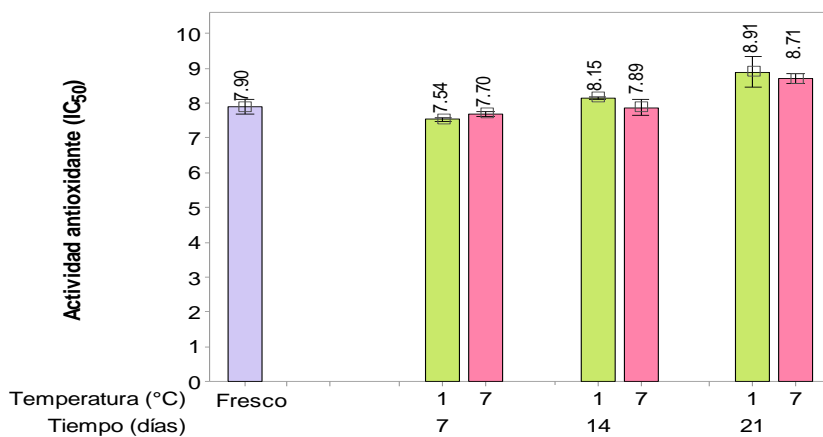


Figura 5. Capacidad de antioxidante en arándano azul

En el cuadro 9, el test de Levene para la capacidad antioxidante en arándano azul, halló similitud de varianza ($p > 0.05$), para lo cual se hizo un análisis de varianza y luego el test de Tukey con el objetivo de decidir el mejor proceso..

Cuadro 9. Test de Levene para capacidad antioxidante en arándano azul

Estadística de Levene	p
0.710	0.649

En el cuadro 10, el análisis de varianza evidencia que el tiempo tuvo un efecto relevante ($p < 0.05$) con respecto a la capacidad antioxidante en arándano azul.

Cuadro 10. Análisis de varianza para capacidad antioxidante en arándano azul

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Temperatura: A	1	0.048	0.048	0.340	0.572
Tiempo: B	2	4.412	2.206	15.680	0.000
A*B	2	0.154	0.077	0.550	0.592
Error	12	1.688	0.141		
Total	17	6.302			

En el cuadro 11, el test de Tukey indica que a los 21 días de almacenamiento la mayor capacidad antioxidante fue para ambas temperaturas (estadísticamente iguales al presentar la misma letra) siendo de 8.91 y 8.71 IC₅₀ para 1 y 7 °C, respectivamente.

Cuadro 11. Test de Tukey para capacidad antioxidante en arándano azul

Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Capacidad antioxidante (IC ₅₀)	Agrupación	
21	1	8.91	A	
21	7	8.71	A	B
14	1	8.15	A	B C
0	0	7.90	A	B C
14	7	7.89	A	B C
7	7	7.70		B C
7	1	7.54		C

IV. DISCUSION

En la figura 3, se observó que hay intervalos de pérdida de peso entre 0 a 9.45% para los días 14, por lo que los valores son similares según informó Cote (2011) que durante el almacenamiento a 10°C por un periodo de 5 días, la baya aumentó la pérdida de peso obteniendo valores entre 7,5 - 10% al término de la misma. En el caso de las frutas de arándano, NeSmith et al. (2002), analizaron que si las frutas tienen almacenaje a temperaturas superiores a 20 ° C, la fruta puede desaprovechar en tres a cinco días el 14.9 a 20.1% de peso o firmeza, lo suficientemente para no ser aceptada en el mercado.

En la figura 4, se puede ver que en relación al contenido de antocianinas existió diferencias entre los días de almacenamiento y temperaturas entre 161.10 a 120.59 mg/100 g cianidina-3-glucósido, correspondiente a la temperatura de 1°C a un tiempo de almacenamiento de 21 días. Los valores coinciden con autores como Prior et al. (1998), quienes indican que el contenido de antocianinas

tuvieron una variación entre 92,62 y 235,41 mg cianidina-3-glucósido/100 g y Moyer et al. (2002) entre 72.98 y 429.89 mg cianidina-3-glucósido/100. La reducción de antocianinas dependen de diferentes causas como son: pH, contenido de ácidos orgánicos y azúcares, senectud del fruto y contenido de antocianinas (Angioni et al., 2011). La delphinidina establecida como la antocianina más versátil en arándanos y más sensible a oxidación (Srivastava et al., 2007).

La capacidad antioxidante de arándano, expresada como IC₅₀, se evaluó con diferentes concentraciones, para lo cual se utilizó el método de decoloración de radicales DPPH, que se ha sido ampliamente utilizado como modelo para investigar la capacidad de absorción de radicales de los compuestos antioxidantes según método de Brand-Williams et al. (1995). Como se observa en la Figura 5, los valores de IC₅₀ variaron entre 7.90 a 8.91, lo que indica que a mayor temperatura y el tiempo de almacenamiento, menor capacidad para capturar los radicales DPPH. En una investigación desarrollada por Connor et al. (2002), analizaron la capacidad antioxidante de arándanos refrigerados con el método del DPPH a 5 °C por un tiempo de tres a siete semanas, presentando un incremento en la capacidad antioxidante en una de sus variedades al término de la tercera semana. Según Kalt et al.(2003), la disminución de la capacidad antioxidante se vincula a un proceso de degradación de antocianinas para crear ácidos hidroxínicos (ácido clorogénico).

V. CONCLUSIONES

Se determinó que la temperatura y tiempo de almacenamiento tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) con respecto a la pérdida de peso y contenido de antocianinas de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi; a diferencia de la capacidad antioxidante donde sólo se reportó efecto significativo en el tiempo de almacenamiento.

El tratamiento sometido a 1 ° C y 7 días de almacenamiento presentó la pérdida de peso más baja (4.83%), el contenido más alto de antocianinas (159.22 mg / 100 g cianidina-3-glucósido) y la capacidad antioxidante más alta expresada como IC50 (7.54).

VI. RECOMENDACIONES

Realizar la comparación de la capacidad antioxidante entre variedades de arándano azul de la Región La Libertad.

Identificar las antocianinas presentes en el arándano azul var. Biloxi.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADEX, ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES. *Ficha de Requisitos Técnicos de Acceso al Mercado de EEUU. Requisitos No Arancelarios para Arándano Fresco "Vaccinium corymbosum".* 2009.

ANGIONI , A., et al. *Effects of cold storage on quality traits of Sardinian myrtle (Myrtus communis L.) berries and their alcoholic extracts..* págs. 790-798, 2011

ARTÉS, F. *Refrigeración y comercialización hortofrutícolas en la Región de Murcia.* s.l. : II Edición. Ed. CEBASC-CSIC. 150 p., 1987.

ASOCIACIÓN REGIONAL DE EXPORTADORES (AREX). *Perfil Comercial del Arándano.* Lambayeque : s.n., 2013.

ASOCIACIÓN REGIONAL DE EXPORTADORES, (AREX). *Perfil Comercial del Arándano.* Lambayeque : s.n., 2013.

ASTRID, G. *Anthocyanins natural colorants and bioactive compounds,* Acta Biológica Colombiana,13 (3), págs. 27-36, 2008.

- BADUI, S.** *Química de los Alimentos*. México : Pearson Educación., 2006.
- BALLINGER , W, KUSHMANN, L Y HAMMANN, D.** *Factors Affecting the firmness of Highbush Blueberries*. 1973, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 (6), págs. 583 – 587.
- BARCELÓ, J, et al.** *Fisiología vegetal*. Madrid, España : s.n., 2001, Piramide, pág. 566.
- BECCARO , G, et al.** *Phenolic and anthocyanin content and antioxidant activity in fruits of bilberry (Vaccinium myrtillus L.) and of highbush blueberry (V. corymbosum L.) cultivars in North Western Italy*. 2006, Acta Horticult 715, págs. 553-558.
- BOMSER , J y et al.** *In vitro Anticancer Activity of Fruit Extracts from Vaccinium Species*. 1996, Planta Med. (62), págs. 212-216.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. y BERSET, C.** *Use of free radical method to evaluate antioxidant activity*. 1995, Lebensm. Wiss. Technol., págs. 22, 25-30.
- CANO, R Y DARNELL, R.** *Effect of GA3 and Pollination on Fruit Set and Development in Rabbiteye Blueberry.*, HortScience 33 (4), págs. 632 – 635. 1998
- CARHUARICRA, H.** *El cultivo de arándano vaccinium sp., y sus principales características.*, 2012.
- ÇELIK , H, et al.** *Phytochemical accumulation and antioxidant capacity at four maturity stages of cranberry fruit.*. 2008, Sci Hortic 117, págs. 345-348 .
- CERVANTES, M.** *Potencial nutraceùtico de cultivos de Aràndano (Vaccinum sp.) seleccionados en Mexico*. Universidad Autonoma de Queretaro-Facultad Quimica. Mexico : Tesis para obtener grado de Maestro en ciencia y tecnologia de los alimentos., 2009.
- CHARLES, D.** *Sources of Natural Antioxidants and their activities. Antioxidant Propierties of Spices, Herbs and Other Sources*. New York : Ed. Springer, págs. pp. 88-94, 2013.
- CHO , M, et al.** *Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry*. 2004, J Sci Food Agr 84(13), págs. 1771-1782.
- CONNER , A, et al.** *Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold temperature storage*, J Agr Food Chem 50(4), págs. 893-898, 2002a.

Conner, A, et al. *Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars.* 2002b, J Am Soc Hortic Sci 127(1), págs. 89-97.

COSVALENTE, C., et al. *Antocianinas totales y capacidad antioxidante in vitro de extractos de diferente grado etanólico del fruto de Vaccinium corymbosum "Arándano".*, Universidad Nacional, págs. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/UCV-SCIENTIA/article/view/1008>, 2016.

COTE, S. *Efecto de la intensidad de la radiación UV-C sobre la calidad sensorial, microbiológica y nutricional de frutos.* Argentina : s.n., 2011. Tesis para título de Magister en Tecnología e Higiene de los Alimentos.

DEFILIPPI, B., ROBLEDO, P. Y BECERRA, C. *Manejo de cosecha y poscosecha en arándano.* 2001, Manual de arándano, págs. 107-115.

ELLIOT, J. *Application of Antioxidant Vitamins in Foods and Beverages.*, Food Tech. (53), págs. 46-48, 1999.

ESTEVEZ, L y MOSQUERA, R. *Conformational and substitution effects on the electron distribution in a series of anthocyanidins.*, Journal of Physical Chemistry, 113, págs. 9908-9919, 2009.

FAO. 2011.

GÁMEZ BASTÉN, M. *Arándanos. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias de Chile. Mercado agropecuarios.* s.l. : Informe N°121. Boletín electrónico., 2002.

GARCÍA RUBIO, J.C. y GARCÍA GONZÁLES DE LENA, G. *Guía del arándano en Asturias.* 2014.

GAVIRIA, C., et al. *Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (Vaccinium meridionale Sw.) durante su Desarrollo y Maduración.* Colombia : s.n. Fac.Nal.Agr.Medellín, Vol. 65, págs. 6487-6495, 2012.

GAZIANO, J. *Antioxidant Vitamins and Coronary Artery Disease Risk.*, Am. J. Med. (97), págs. 18-28, 1994.

GODOY, C. *El arándano plantación y manejo del cultivo.*, EE INTA Balcarce. Boletín electrónico. , 2002. pág. [En línea]. Disponible en www.inta.gov.ar.

HALL , F, FORSYTH, R y NEWBERY, R. *Effect of Temperature on Flower Bud and Leaf Anthocyanin Formation in the Lowbush Blueberry.* 1970, HortScience. 5 (4), págs. 272 – 274. .

HALLIWELL, B. *Antioxidantes.* [aut. libro] E Ekhard, E Ziegler y L Filer. *Conocimientos Actuales Sobre Nutrición.* México : 7 ed. México: Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, 1996, págs. 636-642.

HEINONEN, I., MEYER, A. y FRANKEL, E. *Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation.*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, págs. 46, 4107-4112, 1998.

HOWARD , L. et al. *β -Carotene and Ascorbic Acid Retention in Fresh and Processed Vegetables.* 1999, J. Food Sci. (64), págs. 929-936.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Perú enfermedades no trasmisibles y trasmisibles, Lima. Mayo de 2014, pág. Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib115., 2013

KAHKONEN , M, HOPIA, A. y HEINONEN M. *Berry phenolics and their antioxidant activity.*, J Agr Food Chem 49, págs. 4076-4082, 2001.

KÄHKÖNEN, M, et al. *Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds.*, J. Agric. Food. Chem. 47 (10), págs. 3954 – 3962, 1999 .

KALT , W, Yet al. *Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries (Vaccinium Section cyanococcus spp.).* 2001, J Agr Food Chem 49, págs. 4761-4767.

KALT, W y MACDONALD. *Chemical Composition of Lowbush Blueberry Cultivars.*, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 12 (1), págs. 142 – 146, 1996.

KALT, W, et al. *Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolic, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruit. ,* J. Agric. Food. Chem. 47 (11), págs. 4638 – 4644, 1999.

KALT, W, et al. *Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blubberies (Vaccinium corymbosum L.) during ripening and storage.* 2003, J Am Soc Hortic Sci 128(6), págs. 917-923.

KUSHMAN, L y BALLINGER, W. *Acid and sugar changes during repening in Wolcott Blueberries,* Proceeding of the American Society for Horticultural Science, Vol. 2, págs. 290-295, 1968.

KUSKOSKI , E., et al. *Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos.*, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Vol. 25, págs. 726-732, 2005.

LEÓN y CASTILLA. El arándano, la superfruta del siglo XXI. *EL NORTE DE CASTILLA.* 24 de marzo de 2012, pág. 22.

LOBOS, W. *El Arándano en Chile.* Chile : s.n., 1988. págs. 191-202.

- LOHACHOOMPOL , V, et al.** *Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries.*, Food Chem 111, págs. 249-256, 2008.
- LOHACHOOMPOL, V., SRZEDNICKI, G. Y CRASKE, J.** *The Change of Total Anthocyanins in Blueberries and Their Antioxidant Effect After Drying and Freezing*, J Biomed Biotechnol., págs. 248–52, 2004
- LONDOÑO, J.** Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. 2012. Vol. Capítulo 9, Parte III.
- MAINLAND, C. y TUCKER, J.** *Blueberry health information, some new mostly review.*, Acta Horticulturae. (ISHS), Vol. 574, págs. 39-43, 2002.
- MARTÍNEZ , I., PERIAGO, M. Y ROS, G.** *Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta.* 2000, Archivos Lat. Nutr. (50), págs. 5-15.
- MARTÍNEZ-JAVEGA, J.M., et al.** *Estudios de tratamientos cuarentenarios mediante bajas temperaturas en frutos cítricos.* La Habana (Cuba) : Proyecto XI.10,p:115-23. Ed. C.Saucedo y R. Báez, 1997.
- MAUST, B, WILLIAMSON, J y DARNELL, R.** *Carbohydrate Reserve Concentrations and Flower Bud Density Effects on Vegetative and Reproductive Development in Southern Highbush Blueberry.*, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (4), págs. 413 – 419, 2000.
- MEDINA y SANCHEZ.** *Producción y exportación de arándanos para Estados Unidos,* 2014.
- MOYER, R., ET AL.** *Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus and Ribes,* J. Agric. Food Chem., Vol. 50, págs. 519-525, 2002.
- NANOS, G. Y KADER, A.** *Low O₂- induced changes in pH and energy charge in pear fruits tissue.* 1993, Postharv Biol Tech., Vol. 3, págs. 285-291.
- NESMITH, D., et al.** *Firmness losses of rabbiteye blueberries (Vaccinium ashei Reade) during harvesting and handling.* s.l. : Acta Hort. 574:287-293., 2002, págs. Acta Hort. 574:287-293.
- NORBERTO, S., SILVA, S. Y MEIRELES, M.** *Blueberry anthocyanins in health promotion: Blueberry anthocyanins in health promotion.*, Journal of Functional Foods, Vol. 5, págs. 1518-1528, 2013.
- NUNES, M.** *Color atlas of quality of fruits and vegetables.* s.l. : 2° Ed. USA: Blackwell Publishing, 2008.

PARR , A y BOLWELL G. *Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile.* 2008, *J Sci Food Agr* 80, págs. 985-1012.

PILJAC-ŽEGARAC, J. Fluctuations in the Levels of Antioxidant Compounds and Antioxidant Capacity of Ten Small Fruits During One Year of Frozen Storage. *Int J Food Prop.* 02 de Jan de 2015. Vol. 18, 1, págs. 21-32.

PRICE, D., LUQUE, E. y MEZA, B. *Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad antioxidante de arándanos (Vaccinium Corymbosum, Variedad "Biloxi") cultivados en diferentes microclimas de Perú.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima : s.n., 2017.

PRIOR, R., et al. *Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of Vaccinium species.*, *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, págs. 46, 2686–2693, 1998.

PRITTS, M. Y HANCOCK, J. *Blueberry growth and development.* New York : s.n., Highbush Blueberry Production Guide, 1992.

SANFORD, K. A, et al. *Lowbush blueberry quality changes in response to mechanical damage and storage temperature.* s.l. : J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:47-51., 1991.

SAPERS, G., et al. *Color and composition of highbush blueberry cultivars.*, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Vol. 109, págs. 105-111, 1984.

SINGH, M., et al. *Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms.*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, págs. 56, 4855-4873, 2008.

SRIVASTAVA, A., et al. Effect of Storage Conditions on the Biological Activity of Phenolic Compounds of Blueberry Extract Packed in Glass Bottles. *J Agric Food Chem.* 01 de Apr de 2007. Vol. 55, 7, págs. 2705–13.

TAIZ, L. y ZEIGER, E. *Plant Physiology.* Sinauer Associates. USA : s.n., 2002, Publishers Massachusetts, pág. 690.

UMAÑA, E. *Conservación de alimentos por frío:Refrigeración/Congelamiento. ciencia y Tecnología.* 2001.

URRUTIA, G. y BUZETA, A. *Mercado y Cultivo de Berries.* 2001, Mac Pherson & Díaz., pág. 92.

VILCHES, F. *Formulación y Elaboración de un “snack” de arándano con incorporación de fibra dietética.* 2005, Tesis para el Título de Ingeniero Agrónomo.

WANG, H., CAO, G. y PRIOR, R. *Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins.* 1997, *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 45, págs. 304–309.

WILLIAMSON , J. y LYRENE, P. *Guía para el Cultivo de los Arándanos en Florida.* . 1994, Circular 1192 Serie del Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida., pág. Boletín electrónico. [En línea]. Disponible en www.edi.ifas.ufl.edu.

WILLS, R, et al. *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección.* [aut. libro] J (trad.) Burgos. España : s.n., 1998, pág. 195.

YUNUS, A. *Termodinámica.* D.F., México : s.n., 2009.

ZAPATA, L., et al. *Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos.* 49, Argentina : s.n., noviembre de 2014, *Ciencia, Docencia y Tecnología*, Vol. 25, págs. 166-192.

ANEXOS

Anexo 1.

Cuadro 12. Composición de arándano

Componente	Valor por 100g
Agua	82-85 g
Calorías	55 Kcal
Carbohidratos	14 g
Fibra	1.3 g
Proteína	0.7 g
Grasas totales	0.37 gr
Potasio	86 mg
Sodio	6 mg
Fósforo	10 mg
Calcio	6 mg
Magnesio	4.7 mg
Manganeso	0.27 mg
Hierro	0.5 mg
Zinc	0.11 mg
Cobre	0.06 mg
Ácido fólico	6.2 mg
Vitamina A	97 UI
Vitamina B1	0.05 mg
Vitamina B2	0.05 mg
Vitamina B6	0.03 mg
Vitamina C	13 mg
Acido pantoténico	0.2 mg
Niacina	0.09 mg

Fuente: (Nunes, 200;Pritts, 1992)

Anexo 2.

Cuadro 13. Resultados de los Análisis Fisicoquímicos durante almacenamiento

Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Pérdida de peso (%)	Antocianina (mg/100g)	Actividad antioxidante (IC₅₀)
Fresco		0.00	161.102	8.26
Fresco		0.00	161.102	7.57

Fresco		0.00	161.102	7.87
Promedio		0.00	161.10	7.90
Desviación estándar		0.00	0.00	0.35
7	1	6.35	149.372	7.42
7	1	1.99	171.414	7.63
7	1	6.14	156.886	7.57
Promedio		4.83	159.22	7.54
Desviación estándar		2.46	11.21	0.11
7	7	7.04	138.851	7.84
7	7	3.71	144.612	7.63
7	7	6.40	156.886	7.61
Promedio		5.72	146.78	7.70
Desviación estándar		1.77	9.21	0.13
14	1	6.58	140.187	8.19
14	1	9.44	150.457	8.13
14	1	8.84	154.548	8.13
Promedio		8.29	148.40	8.15
Desviación estándar		1.51	7.40	0.04
14	7	8.83	141.690	8.35
14	7	10.86	122.737	7.64
14	7	8.66	130.084	7.67
Promedio		9.45	131.50	7.89
Desviación estándar		1.22	9.56	0.40
21	1	14.69	151.626	9.79
21	1	12.96	145.030	8.38
21	1	11.25	141.106	8.55
Promedio		12.97	145.92	8.91
Desviación estándar		1.72	5.32	0.77
21	7	15.61	119.397	8.98
21	7	13.78	122.904	8.69
21	7	17.07	119.481	8.46
Promedio		15.48	120.59	8.71
Desviación estándar		1.65	2.00	0.26

ANEXO 3: Metodología para evaluar el contenido de antocianinas totales por pH diferencial (Kuskoski et al., 2005)

Procedimiento

La extracción de antocianinas se lleva a cabo con 10 g de muestra en 40 mL de 80% de calidad alimentaria acidificada con etanol con 0.1 mL de HCl (pH 2),

sometido a alteración magnética en la oscuridad por un periodo de una hora, finalmente, se filtra y separa las sustancias flotantes.



Figura 6. Preparación de la extracción de contenido de antocianinas del arándano azul

Se utilizan dos sistemas de tampón HCl / KCl de pH 1.0 y ácido acético/acetato de sodio de pH 4.5 en 1 ml del líquido. Se agregan 9 ml de solución y se cuantifica la absorbancia en un espectrofotómetro contra un blanco a 515 y 700 nm. Finalmente, lea las absorbancias que se expresan como cianidina-3-glucósido usando la expresión:

$$\text{Total antocianinas (mg/100g)} = A \times PM \times FD \times 100/\epsilon$$

Dónde:

A= (A 515 - A 700) pH1,0 – (A 515 – A 700) pH4.5

PM= Peso molecular (449,2 g/mol) para cianidina-3-glucosido

FD= factor de dilución

L= Longitud de celda en cm

ϵ = 26900 coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucosido, 1000= factor de conversión de g a mg.



Figura 7. Preparación de las muestras para determinar contenido de antocianinas.

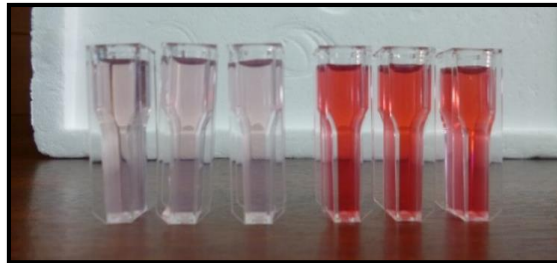


Figura 8. Contenido de antocianinas de arándano azul.



Figura 9. Lecturas de absorbancias de antocianinas en el espectrofotómetro.

ANEXO 4: Evaluación de capacidad antioxidante por espectrofotometría (Método DPPH de BRAND– WILLIAMS et al.(1995).

En esta prueba, se calcula la capacidad de un probable antioxidante con el fin de equilibrar un radical. La sustancia 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) es un radical inalterable de color violeta intenso e impregna radiación a 515 nm, su capacidad puede determinarse por espectrofotometría. En la prueba, la concentración inicial de DPPH y concentración resultante se determinan agregando el probable antioxidante, una disminución en la absorción de radiación produce una disminución en la capacidad de DPPH debido a la transferencia de electrones de las especies antioxidantes.

Recta de calibrado de DPPH

Se elabora un BLANCO con 10 ml de solvente. La absorbancia de estas soluciones debe medirse a una longitud de onda de 515 nm con el objetivo de conseguir la línea que especifica la concentración de radicales:

$$[\text{DPPH}] = (a \times \text{Abs}_{515}) + b)$$



Figura 10. Preparación para obtención de la recta de calibración

Determinación de capacidad antioxidante

Se introducen 2 ml de la solución DPPH 0,1 mM en el espectrofotómetro. Añadir 0,05 ml del compuesto y se lee la absorbancia a 515 nm. Si la reducción de la absorbancia es demasiado acelerado, se llevará a cabo una disolución adecuada de la esencia. En el tiempo de 30 minutos, la proporción de la inhibición y la capacidad de DPPH se reduce a la mitad ($t_{1/2}$), se calcula:

$$[(Abs_i - Abs_f) / Abs_i] \times 100$$

Donde:

Abs_i: absorbancia inicial

Abs_f: absorbancia final



Figura 11. Preparación de muestras con arándano azul para capacidad antioxidante.



Figura 12. Absorancia de Capacidad antioxidante de arándano azul.

Anexo 5.

Fotos de proceso de almacenamiento

ARÁNDANO AZUL



Figura 13. Recepción de arándano azul



Figura 14. Pesado de arándano azul



Figura 15. Almacenamiento a 1°C



Figura 16. Almacenamiento a 1°C